

?ss pn=wo 9826179

S1 1 PN=WO 9826179

?t s1/7/all

1/7/1

DIALOG(R)File 351:DERWENT WPI

(c)1999 Derwent Info Ltd. All rts. reserv.

011931706 **Image available**

WPI Acc No: 98-348616/199830

Micro-ejection pump- has feed channel found in silicon chip in direction of pump chamber designed at least partly as diffusor element

Patent Assignee: GESIM GES SILIZIUM-MIKROSYSTEME MBH (GESI-N)

Inventor: BURGER M; GEHRING T; HOWITZ S; WEGENER T

Number of Countries: 020 Number of Patents: 001

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Main IPC	Week
-----------	------	------	-------------	------	------	----------	------

WO 9826179	A1	19980618	WO 97DE2874	A	19971211	F04B-043/04	199830
------------	----	----------	-------------	---	----------	-------------	--------

B

Priority Applications (No Type Date): DE 1051568 A 19961211

Patent Details:

Patent	Kind	Lan	Pg	Filing Notes	Application	Patent
--------	------	-----	----	--------------	-------------	--------

WO 9826179	A1	G	36			
------------	----	---	----	--	--	--

Designated States (National): JP US

Designated States (Regional): AT BE CH DE DK EA ES FI FR GB GR IE IT LU
MC NL PT SE

Abstract (Basic): WO 9826179 A

The pump for generating microdrops consist of at least one pump chamber designed in a silicon chip and a silicon membrane located above the chamber that can be operated piezoelectrically. The pump chamber is connected to at least one feed channel and one outlet channel provided with a discharge opening and has a glass chip to seal off the chamber opposite the silicon membrane.

The feed channel found in the silicon chip (2) in the direction of the pump chamber is designed at least partly as a diffusor element and the outlet channel opens out in an exit plane.

ADVANTAGE - Allows for handling of liquids or suspensions in volumes from a few picolitres up to several hundred microlitres, with high frequency stability.

Dwg.8/9

Derwent Class: Q56; U12; V06; X25

International Patent Class (Main): F04B-043/04

International Patent Class (Additional): F04B-053/08

PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro



INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

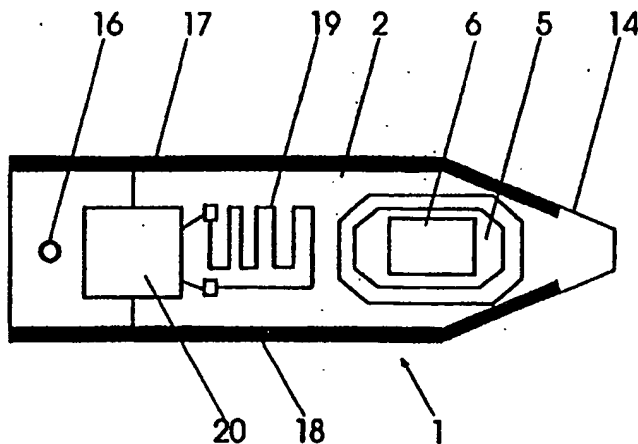
(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : F04B 43/04, 53/08	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 98/26179 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 18. Juni 1998 (18.06.98)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE97/02874 (22) Internationales Anmeldedatum: 11. Dezember 1997 (11.12.97) (30) Prioritätsdaten: 196 51 568.8 11. Dezember 1996 (11.12.96) DE (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): GESIM GESELLSCHAFT FÜR SILIZIUM-MIKROSYSTEME MBH [DE/DE]; Rossendorfer Technologiezentrum, Bautzener Landstrasse 45, D-01474 Rossendorf (DE). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HOWITZ, Steffen [DE/DE]; Wormser Strasse 58, D-01309 Dresden (DE). WEGENER, Thomas [DE/DE]; Schulstrasse 98, D-16816 Neuruppin (DE). BÜRGER, Mario [DE/DE]; Liebetaler Strasse 5, D-01796 Pirmasheim (DE). GEHRING, Thomas [DE/DE]; Gartenstrasse 16, D-02730 Ebersbach (DE). (74) Anwalt: LIPPERT, STACHOW, SCHMIDT & PARTNER; P.O. Box 19 24 38, D-01282 Dresden (DE).	(81) Bestimmungsstaaten: JP, US, eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i>	

(54) Title: MICROEJECTION PUMP

(54) Bezeichnung: MIKROEJEKTIONSPUMPE

(57) Abstract

The present invention relates to a microejection pump for obtaining microdrops, which includes a pump casing consisting of a silicon chip and a piezoelectrically operated silicon membrane above the pump casing. Said pump casing is connected to at least one inlet passage and an outlet passage with an ejection opening, while a glass chip placed opposite the silicon membrane blanks off the pump casing. The invention aims at developing a microejection pump which enables fluids or suspensions or liquefiable media to be handled in an order of magnitude of some picoliters to some hundreds of microliters and is highly frequency stable. It is also characterized in that the inlet passage (7) located in the silicon chip (2) and extending in the direction of the pump casing (4) is designed, at least partly, as a scattering element (11). A heating may be provided to act in connection with heating contacts (18, 19) upon the silicon membrane (5) of the pump casing (4).



(57) Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft eine Mikroejektionspumpe zur Generation von Mikrotropfen, bestehend aus einer in einem Siliziumchip ausgebildeten Pumpkammer, einer über der Pumpkammer angeordneten und piezoelektrisch betätigbaren Siliziummembran, wobei die Pumpkammer mit wenigstens einem Zulaufkanal und einem mit einer Ausstoßöffnung versehenen Auslaßkanal verbunden ist und bei der ein Glaschip gegenüber der Siliziummembran zumindest die Pumpkammer verschließt. Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Mikroejektionspumpe zu schaffen, die das Handling von Flüssigkeiten oder Suspensionen, oder auch von verflüssigbaren Stoffen im Volumenbereich von einigen Pikolitern bis zu einigen hundert Mikrolitern ermöglicht und die eine hohe Frequenzstabilität aufweist. Die Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß der im Siliziumchip (2) befindliche Zulaufkanal (7) in Richtung zur Pumpkammer (4) zumindest teilweise als Diffusorelement (11) ausgebildet ist, wobei zusätzlich eine Heizung vorgesehen werden kann, die in Verbindung mit Heizerkontakten (18, 19) zumindest auf die Siliziummembran (5) der Pumpkammer (4) wirkt.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshon	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland		Republik Mazedonien	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauretanien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	NZ	Neuseeland		
CM	Kamerun			PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		

Mikroejektionspumpe

5

Die Erfindung betrifft eine Mikroejektionspumpe zur Generation von Mikrotropfen, bestehend aus mindestens einer in einem Siliziumchip ausgebildeten Pumpkammer, einer über der Pumpkammer angeordneten und piezoelektrisch betätigbaren Siliziummembran, wobei die Pumpkammer mit wenigstens einem Zulaufkanal und einem mit einer Ausstoßöffnung versehenen Auslaßkanal verbunden ist und bei der ein Glaschip gegenüber der Siliziummembran zumindest die Pumpkammer verschließt.

15 Mit Hilfe derartiger Mikroejektionspumpen wird die Handhabung kleinster Flüssigkeitsmengen ermöglicht, die sowohl reine Stoffe oder Stoffgemische sein können, oder auch in Flüssigkeiten suspensierte Mikropartikel enthalten, die in der chemischen Analytik, der Medizintechnik, der Biotechnologie usw.,
20 einer gezielten Weiterverarbeitung zugeführt werden sollen.

Diese Mikroejektionspumpen erlauben im Zusammenhang mit einer geeigneten Handhabungsvorrichtung, z.B. Manipulatoren, die zielgerichtete Abgabe dieser Stoffe an den Ort einer Probenweiterverarbeitung bzw. eines Probenabfalls. Mit Hilfe einer
25 entsprechenden Positioniertechnik können Probennahme- und Probenablageort unterschiedlich sein.

30 Dieser Probenablageort kann eine Flüssigkeitsoberfläche, eine Festkörperoberfläche oder auch eine gasgefüllte Reaktionskammer sein.

Eine für obige Einsatzfälle vorgesehene Mikropumpe ist aus der
35 US 50 94 594 A bekannt geworden. Diese Mikropumpe besteht aus einer Pumpeinheit mit einer zugehörigen Pumpkammer und einem deformierbaren Kammersegment, auf dem ein elektrisch ansteuerbares Piezoelement angeordnet ist. Die zu fördernde Flüssig-

keit wird der Pumpkammer über eine Einlaßkapillare (Zulaufkanal) zugeführt. Die durch die Betätigung des Piezoelementes auf das deformierbare Kammersegment wechselweise ausgeübte Kraft bewirkt eine stetige Druckänderung in der Pumpkammer, so daß abwechselnd ein Beladen derselben über die Einlaßkapillare und ein Ausstoßen der Flüssigkeit über eine mit der Pumpkammer in Verbindung stehende Auslaßkapillare erfolgt.

Die Herstellung einer derartigen Mikropumpe im Siliziumsubstrat kann mit Hilfe der bekannten fotolithografischen Verfahren und des anisotropischen Strukturätzens erfolgen. Auf das so strukturierte Siliziumsubstrat wird anschließend durch anodisches Bonden eine Glasplatte aufgebracht und so ein fester Glas-Silizium-Verbund geschaffen.

Mit einer derartigen Mikropumpe ist es möglich, kleine Flüssigkeitsmengen zu applizieren, wobei jedoch ein relativ eingeschränkter Frequenzbereich und damit auch eine begrenzte Förderrate zur Verfügung steht. Mit der vorstehend beschriebenen Mikropumpe läßt sich beispielsweise eine Fördermenge von etwa 500 Pikoliter erreichen. Zur Gewährleistung der nötigen Funktionssicherheit dieser Mikropumpe ist es erforderlich, daß die Flüssigkeiten oder Suspensionen eine möglichst geringe Viskosität aufweisen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Mikroejektionspumpe zu schaffen, die das Handling von Flüssigkeiten oder Suspensionen, oder auch von verflüssigbaren Stoffen, im Volumenbereich von einigen Pikolitern bis zu einigen hundert Mikrolitern, ermöglicht und die eine hohe Frequenzstabilität aufweist.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe bei einer Mikroejektionspumpe der eingangs genannten Art dadurch gelöst, daß der Zulaufkanal in Richtung zur Pumpkammer zumindest teilweise als Diffusorelement ausgebildet ist und daß der Austrittskanal in einer Austrittsebene mündet.

Durch die erfindungsgemäße Einfügung des Diffusorelementes vor die Pumpkammer wird die Frequenzstabilität der Mikroejektionspumpe erheblich verbessert. Die Anisotropie des Diffusorströmungswiderstandes unterstützt im Pumpmodus die Tropfenbildung, d.h. es entsteht eine Düsenwirkung entlang des positiven Druckgefälles und im Belademodus wird der Flüssigkeitsnachfluß in die Pumpkammer unterstützt, d.h. es entsteht eine Diffusorwirkung entlang des positiven Druckgefälles. Darüberhinaus wird durch die Diffusorwirkung im Belademodus die Generation von Luftblasen in der Pumpkammer bei hohen Frequenzen wirkungsvoll unterdrückt. Auf diese Weise können extrem hohe Förderraten bis zu ca. 750 µl/min bei einer Anregungsfrequenz bis ca. 6500 Hz erreicht werden. Bei der Verwendung der erfindungsgemäßen Mikroejektionspumpe zum Drucken kann durch den Diffusor eine höhere Druckgeschwindigkeit erreicht werden.

Die beste Wirkung wird erreicht, wenn das Diffusorelement der Pumpkammer unmittelbar vorgeordnet wird, bzw. sich unmittelbar bis an die Pumpkammer erstreckt, wobei das Diffusorelement in einer ersten Variante der Erfindung einen konstanten Öffnungswinkel aufweist.

Der Öffnungswinkel des Diffusorelementes sollte maximal 10° betragen, wobei ein Öffnungswinkel von 3 - 5° bevorzugt wird.

In einer zweiten Variante der Erfindung weist das Diffusorelement eine sich stetig verändernden Öffnungswinkel auf. Der Öffnungswinkel kann sich beispielsweise stetig vergrößern.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung weist die Pumpkammer einen Grundriß mit geraden oder gekrümmten Begrenzungslinien auf, wobei das Diffusorelement in einer Eingangszone der Pumpkammer mündet. Der Auslaßkanal ist der Eingangszone gegenüberliegend angeordnet.

Der Auslaßkanal ist weiterhin als Mikrokapillare ausgebildet, so daß die Probenabgabe in Form einzeln zählbarer, gerichteter, impulsbehaftet beschleunigter und hinsichtlich ihres

Tropfenvolumens definierter Mikrotropfen reproduzierbar erfolgt. Das Volumen der Tropfen und die Förderrate sind durch die elektrischen Parameter (Frequenz, Amplitude, Impulsform) der Pumpensteuerung einstellbar.

5

Zusätzlich ist die Mikrokapillare zwischen der Pumpkammer und der Ausstoßöffnung mit weiteren Zulaufkanälen verbindbar. Damit ist es möglich, der durch die Pumpkammer geförderten Flüssigkeit weitere Substanzen gezielt zuzumischen.

10

Die Mikroinjektionspumpe besteht bevorzugt aus einem Verbund aus einem mikromechanisch strukturierten Siliziumchip und einem Glaschip.

15

Zur Vermeidung einer unnötigen Kontamination ist die Mikroinjektionspumpe, d.h. der Verbund aus dem Siliziumchip und dem Glaschip, in Richtung zur Ausstoßöffnung des Auslaßkanales in x- und/oder y-Richtung verjüngt. Damit wird gewährleistet, daß beim oberflächlichen Eintauchen der Mikroinjektionspumpe in eine Flüssigkeit nur eine äußerst geringe Oberflächenkontamination stattfindet, die anschließend in einem Reinigungsschritt entsprechend leicht entfernt werden kann. Damit kann auf einfache Weise verhindert werden, daß Substanzen unbeabsichtigt und unbemerkt verschleppt werden können. Die erfindungsgemäße Mikroinjektionspumpe ist deshalb auch zur Manipulation kleinster Flüssigkeitsmengen besonders geeignet.

20

25

30

Die Verjüngung in x-Richtung kann dabei vorteilhaft während des Trennsägens des Siliziumchips ausgebildet werden, wohingegen die Verjüngung in y-Richtung während des anisotropen Strukturätzens ausgebildet werden kann.

35

Selbstverständlich ist es auch möglich, die Verjüngungen nachträglich durch einen abschließenden Schleifprozeß auszubilden.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist das Siliziumchip direkt und temperaturgeregelt beheizbar, d.h. es wird der ohmsche Widerstand des Siliziums ausgenutzt, indem der

Heizeffekt infolge Joulscher Wärme im Siliziummaterial erzeugt wird.

Die Heizung ist bevorzugt in die Siliziummembran integriert, bzw. wirkt unmittelbar auf diese, wobei die elektrischen Kontakte sich seitlich gegenüberliegend am Siliziumchip angeordnet sind. --

Durch die erfindungsgemäße Fortbildung der Erfindung mit der zumindest auf die Pumpkammer wirkenden Heizung werden die Anwendungsmöglichkeiten in Verbindung mit der erfindungsgemäßen Anordnung des Diffusorelementes ganz erheblich erweitert, ohne daß zusätzliche konstruktive Änderungen an der Mikroejektionspumpe selbst, z.B. bezüglich der Dimensionierung, erforderlich wären. Darüberhinaus ist es durch die Heizung möglich, auf schnelle und einfache Weise eine äußerliche Trocknung der Mikroejektionspumpe vorzunehmen.

Außerdem ist es nunmehr möglich, auch hochviskose Flüssigkeiten, die unter Wärmeeinwirkung niedrigviskos, d.h. flüssig werden, zu handhaben. Solche Flüssigkeiten können z.B. glucosehaltige oder ölige Substanzen sein, die dann unter Ausnutzung der Vorteile des Diffusorelementes gefördert werden können.

Bei entsprechender Auslegung der Heizung können sogar aufgeschmolzene Metalle, z.B. Zinn oder Zinn-Blei-Legierungen, oder andere Substanzen, die ansonsten wegen deren Viskosität in der Mikroejektionspumpe nicht förderbar sind, problemlos gefördert werden. Damit können diese Substanzen thermisch aktiviert gefördert und auch gedruckt werden.

In einer weiteren Fortführung der Erfindung ist auf dem Siliziumchip ein Temperatursensor mit einer zugehörigen Steuerschaltung angeordnet. Damit ist es möglich, in Verbindung mit einem geeigneten Durchflußmesser sämtliche Parameter der Mikroejektionspumpe elektrisch zu regeln, so daß verlustlos genau definierte Flüssigkeitsmengen abgegeben werden

können.

Die elektrischen Kontakte und der Temperatursensor sollten aus einem chemisch neutralen Material bestehen, wobei fotolitho-
5 grafisch strukturierte Platin- oder Tantalschichten hierfür besonders geeignet sind.

Eine besonders vorteilhafte Fortführung der Erfindung ist durch eine Parallelanordnung von mehreren Pumpkammern mit
10 jeweils einem zugehörigen Einlaßdiffusor und Auslaßkanälen.

Damit wird eine äußerst leistungsfähige Mikroejektionspumpe geschaffen, mit der wahlweise ein hochparalleles Arbeiten möglich ist, oder bei der die Pumpkammern separat angesteuert
15 werden. Letztere Variante erlaubt gleichzeitig oder zeitlich gestaffelt unterschiedliche Materialien oder Flüssigkeiten zu handhaben.

Bei der Parallelanordnung ist es zweckmäßig, zwischen den
20 einzelnen Auslaßkanälen zusätzlich jeweils einen Absaugkanal vorzusehen, der ebenfalls in der Austrittsebene mündet. Damit wird zuverlässig verhindert, daß sich die aus einer Austrittsöffnung austretende Flüssigkeit über benachbarte Austrittsöffnungen ausbreiten kann.

Die Erfindung soll nachfolgend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert werden. Die einzelnen Zeichnungsfiguren zeigen:

30 Fig. 1 eine schematisch im Schnitt dargestellte Draufsicht auf die Mikroejektionspumpe;

Fig. 2 eine im Schnitt dargestellte Seitenansicht der Mikroejektionspumpe nach Fig. 1;

35 Fig. 3 die Draufsicht auf die Mikroejektionspumpe nach Fig. 1 und 2;

Fig. 4 eine schematische Darstellung einer Variante der Mikroejektionspumpe mit runder Pumpkammer;

Fig. 5 eine Mikroejektionspumpe mit einem Mehrkanalsystem;

Fig. 6 eine Mikroejektionspumpe mit Verjüngungen in x-Richtung; --

Fig. 7 eine Mikroejektionspumpe mit Verjüngungen in y-Richtung;

Fig. 8 die Rückansicht des Siliziumchips für eine Mikroejektionspumpe mit Temperatursensor und Steuerschaltung; und

Fig. 9 die Vorderansicht des Siliziumchips nach Fig. 8 mit ovaler Pumpkammer.

Die in den Fig. 1 bis 3 dargestellte Mikroejektionspumpe 1 besteht aus einem Verbund aus einem Siliziumchip 2 und einem Glaschip 3, die durch anodisches Bonden miteinander verbunden sind. Das Siliziumchip 2 ist zweiseitig strukturiert, wobei auf der dem Glaschip 3 gegenüberliegenden Seite eine flache Pumpkammer 4 ausgebildet ist, die durch eine Siliziummembran 5 nach außen hin verschlossen ist (Fig. 2). Auf dieser Siliziummembran 5 ist ein piezoelektrischer Plattenaktuator 6 beispielsweise mittels der bekannten Chipbondtechnik befestigt. Mit Hilfe dieses Plattenaktuators erfolgt eine Auslenkung der Siliziummembran 5, so daß das Volumen der Pumpkammer 4 abwechselnd vergrößert bzw. verkleinert wird, wodurch die Pumpwirkung erreicht wird.

Die Ansteuerung des piezoelektrischen Plattenaktuators 6 kann durch eine nicht dargestellte elektronische Steuerung mit vorgegebener Frequenz und Amplitude erfolgen. Dabei hat es sich als zweckmäßig erwiesen, für den Einschaltimpuls eine hohe Flankensteilheit, d.h. einen stoßartigen Einschaltimpuls

vorzugeben. Der nachfolgende Ausschaltimpuls kann einen gedämpften flachen Verlauf aufweisen, z.B. entsprechend einer e-Funktion. Damit wird das Pumpverhalten der erfindungsgemäßen Mikroejektionspumpe weiter verbessert.

5

Es ist weiterhin zweckmäßig, den piezoelektrischen Platten-
aktuator 6 vor-dem Einschaltimpuls mit einer Vorspannung zu
beaufschlagen. Die Vorspannung sollte dabei der Polarität des
Einschaltimpulses entgegengerichtet sein. Durch das dadurch im
10 Belademodus zur Verfügung stehende größere Volumen der Pump-
kammer 4 wird eine deutliche Verbesserung der Pumpleistung der
Mikroejektionspumpe 1 erreicht.

Weiterhin ist die Pumpkammer 4 mit einem Zulaufkanal 7 und
15 einem Auslaßkanal 8, versehen, wobei der Auslaßkanal 8 mit
einer Ausstoßöffnung 9 zum Ausstoßen einzelner Mikrotropfen 10
versehen ist. Die Pumpkammer 4 weist einen im wesentlichen
quadratischen oder rechteckigen Grundriß auf, wobei der mit
einem Fluideinlaß 16 (Fig. 8, 9) verbundene Zulaufkanal 7 in
20 eine Eingangszone der Pumpkammer 4 mündet. Der Auslaßkanal 8
ist auf der gegenüberliegenden Seite der Pumpkammer angeord-
net. Prinzipiell kann die Pumpkammer 4 auch einen Grundriß mit
gekrümmten Begrenzungslinien aufweisen und beispielsweise rund
(Fig. 4), oder auch oval (Fig. 9) sein.

25

Der Zulaufkanal 7 ist als Diffusorelement 11 ausgebildet, d.h.
der Zulaufkanal 7, oder ein Teil desselben erweitert sich in
Richtung zur Pumpkammer 4. Das Diffusorelement 11 kann dabei
derart ausgestaltet sein, daß der Öffnungswinkel über die
30 gesamte Länge des Diffusorelementes 11 konstant ist. Selbst-
verständlich ist es auch möglich, das Diffusorelement 11 so
auszugestalten, daß sich der Öffnungswinkel stetig verändert.
So kann sich der Öffnungswinkel innerhalb vorgegebener Grenzen
auch stetig vergrößern (Fig. 9)

35

Prinzipiell ist es möglich, den als Mikrokapillare ausgebilde-
ten Auslaßkanal 8 zwischen der Pumpkammer 4 und der Ausstoß-
öffnung 9 mit weiteren Zulaufkanälen zu verbinden. Damit

können der aus der Pumpkammer 4 geförderten Flüssigkeit weitere Substanzen zugemischt werden, was die Einsatzmöglichkeiten der Mikroejektionspumpe erheblich erweitert.

- 5 Die erfindungsgemäße Ausstattung der Mikroejektionspumpe 1 mit dem Diffusorelement 11 ermöglicht einen stabilen Betrieb über einen großen Frequenzbereich, bzw. kann die Förderrate über die Anregungsfrequenz für den Plattenaktuator 6 geregelt werden, wobei ein besonders steiler Einschaltimpuls und ein
10 flacher Abschaltimpuls besonders von Vorteil sind, da dadurch das Entstehen von Gasblasen in der Pumpkammer 4 ebenfalls verhindert wird.

- Eine weitere Erweiterung der Anwendungsmöglichkeiten für die
15 Mikroejektionspumpe ermöglicht die Integration einer Heizung zumindest in die Siliziummembran 5 des Siliziumchips 2.

- Damit kann die Mikroejektionspumpe 1 nicht nur zum Handling von Flüssigkeiten oder Suspensionen mit niedriger Viskosität
20 eingesetzt werden, sondern auch für solche Materialien, die bei einer Temperaturerhöhung niedrig- oder niedrigerviskos werden. Ein anderer Aspekt der integrierten Heizung ist darin zu sehen, daß dadurch auch eine einfache Trocknung der benetzten Bereiche der Mikroejektionspumpe 1 ermöglicht wird. Bei-
25 spielsweise können dadurch äußere benetzte Bereiche der Mikroejektionspumpe 1 schnell getrocknet werden, wodurch ein Verschleppen von Flüssigkeiten sicher verhindert werden kann.

- Die Integration der Heizung kann auf einfache Weise dadurch
30 erfolgen, daß der elektrische Widerstand des Siliziumchips 2 unmittelbar zur Heizung ausgenutzt wird. Dazu sind zur elektrischen Kontaktierung elektrische Kontakte 17, 18 vorgesehen, die sich in Längsrichtung seitlich gegenüberliegend am Siliziumchip 2 erstrecken (Fig. 8). In Verbindung mit einem auf
35 dem Siliziumchip 2 angeordneten Temperatursensor 19 mit zugehöriger Steuerschaltung 20 können somit auch an sich hochviskose Flüssigkeiten oder Suspensionen, wie Öle, Fette oder glucosehaltige Flüssigkeiten durch die Mikroejektionspumpe 1

gefördert werden. Bei entsprechender Auslegung der Heizung lassen sich auf diese Weise sogar aufschmelzbare Metalle fördern, so daß die Mikroejektionspumpe 1 auch zum Drucken von Metallen wie Zinn oder Blei-Zinn-Legierungen oder anderen Stoffen geeignet ist.

Da das Einsatzgēbiet der Mikroejektionspumpe 1 grundsätzlich nicht eingeschränkt ist, müssen alle Teile die mit Flüssigkeiten in Berührung kommen können, chemisch neutral sein. Aus diesem Grund ist es zweckmäßig, die elektrischen Kontakte 17, 18 und den Temperatursensor 19 aus einer fotolithografisch strukturierten Platin- oder Tantalschicht herzustellen.

Um weiterhin die benetzte bzw. kontaminierte Fläche der Mikroejektionspumpe 1 beim Absetzen von Flüssigkeiten auf oder in Flüssigkeitsoberflächen so gering wie möglich halten zu können, ist es von Vorteil, wenn der Verbund aus dem Siliziumchip 2 und dem Glaschip 3 in Richtung zur Ausstoßöffnung 9 des Auslaßkanales 8 in x- und/oder y-Richtung verjüngt ist, wie dies in den Fig. 6 bis 9 prinzipiell dargestellt ist. Das kann dadurch erfolgen, daß die Verjüngung 14 in x-Richtung während des Trennsägens des Siliziumchips 2 ausgebildet wird. Die Verjüngung 15 in y-Richtung läßt sich auf einfache Weise während des anisotropen Strukturätzens des Halbleiterchips 2 ausbilden.

Selbstverständlich können die Verjüngungen 14; 15 auch durch einen abschließenden Schleifprozeß ausgebildet werden, wobei in diesem Fall auch eine Verjüngung des Glaschips 3 in y-Richtung hergestellt werden kann.

Eine weitere Möglichkeit, diese Kontamination auf einem Minimum halten zu können, besteht darin, den Eintauchbereich der Mikroejektionspumpe 1 mit einer hydrophoben Oberflächenbehandlung zu versehen. Das kann durch Silanisierung oder durch Beschichtung z.B. mit einer Schicht, die einer Teflonbeschichtung ähnlich ist, erfolgen. Diese Schicht aus Kohlen-

stoff und Fluor kann mit Hilfe des Verfahrens der Plasmapolymerisation hergestellt werden. Generell muß hierbei jedoch beachtet werden, daß der innere das Fluid führende Kanal- und Kammerbereich der Mikroejektionspumpe 1 nicht mit beschichtet wird.

Die Vorteile der Erfindung sind darin zu sehen, daß durch das Diffusorelement 11 eine erhebliche Verbesserung der Frequenzstabilität der Mikroejektionspumpe 1 erreicht wird. Die Anisotropie des Strömungswiderstandes des Diffusorelementes 11 unterstützt im Pumpmodus die Bildung der Mikrotropfen 10, d.h. es entsteht eine Düsenwirkung entlang des positiven Druckgefälles. Im Belademodus der Pumpkammer 4 wird der Flüssigkeitsnachfluß unterstützt, d.h. es entsteht eine Diffusorwirkung entlang des positiven Druckgefälles. Darüberhinaus wird durch die Diffusorwirkung im Belademodus die Erzeugung von Luftblasen in der Pumpkammer 4 insbesondere bei hohen Anregungsfrequenzen des Plattenaktuators 6 wirkungsvoll unterdrückt. Damit ist die Mikroejektionspumpe 1 über ein großes Frequenzspektrum einsetzbar und es können auch extrem hohe Förderraten bis zu ca. 750 μ l/min, bei einer Anregungsfrequenz bis ca. 6500 Hz, erreicht werden.

Mit Hilfe der in das Siliziumchip 2 integrierten Heizung sowie den Temperatursensor 19 mit der zugehörigen Steuerschaltung 20 kann die Mikroejektionspumpe 1 für beliebige Flüssigkeiten, Suspensionen auch höherer Viskosität und auch aufschmelzbare Metalle u.dgl. eingesetzt werden, wenn diese Materialien in einem vertretbaren Temperaturbereich genügend niedrigviskos gemacht werden können. Auch läßt sich, wie bereits dargelegt, eine schnelle Trocknung benetzter Bereiche der Mikroejektionspumpe 1 herbeiführen.

Die Zuführung der zu handhabenden Materialien von einem Vorratsbehälter zur Pumpkammer 4 kann über übliche Schlauchleitungen erfolgen.

Die Anwendung der erfindungsgemäßen Ausgestaltung der Mikro-

ejektionspumpe 1 mit dem Diffusorelement 11 ist nicht darauf beschränkt, daß nur eine Pumpkammer 4 vorhanden ist. Es ist problemlos möglich, Mikroejektionspumpen zu schaffen, die eine Parallelanordnung von Pumpkammern 4 in Verbindung mit den
5 erfindungsgemäßen Diffusorelementen 11 aufweisen (Fig. 5).

Wird diese Parallelanordnung parallgeschaltet, so wird eine äußerst leistungsfähige Mikroejektionspumpe geschaffen. Auch ist ein hochparalleles Arbeiten möglich, indem die einzelnen
10 Pumpkammern 4 entsprechend separat angesteuert werden,

In letzterem Fall ist es jedoch zweckmäßig, zwischen den einzelnen Auslaßkanälen 9 zusätzlich jeweils einen Absaugkanal 21 vorzusehen, der ebenfalls in der Austrittsebene 22 mündet.
15 Damit kann die Ausbreitung von Flüssigkeit in der Austrittsebene 22 und damit eine Kontamination benachbarter Austrittsöffnungen 9 sicher verhindert werden.

Die technologische Realisierung der erfindungsgemäßen Mikroejektionspumpe 1 kann durch die Anwendung der bekannten mikrotechnischen Mikroformgebung erfolgen und die Verbindung des Siliziumchips 2 mit dem Glaschip 3 mit Hilfe des anodischen Bondens.
20

In einem ersten Präparationsprozeß, bestehend aus den Teilschritten thermische Oxidation, Fotolithografie und anisotropes Strukturätzen, wird zunächst das zweiseitig strukturierte Siliziumchip 2 hergestellt. Dieses Siliziumchip 2 erhält dabei die Strukturen einer Mikroejektionspumpe 1 mit dem Auslaßkanal
25 8, der Pumpkammer 4 mit zugehöriger Siliziummembran 5 sowie den Zulaufkanal 7 mit Diffusorelement 11. Das so strukturierte Siliziumchip 2 wird nach einer mehrstufigen Reinigung mit einem Glaschip 3, bestehend aus einer Pyrex 7740-Glasplatte, durch anodisches Bonden zu einem festen Silizium-Glas-Verbund
30 zusammengefügt. Die Herstellung der parallelen Anordnung kann auf die gleiche Art und Weise erfolgen, wie vorstehend beschrieben.
35

Die Dicke der Glasplatte beträgt beispielsweise 1 mm und die der Siliziummembran zwischen 50 - 190 μm . Die Dicke der piezoelektrischen Plattenaktuatoren 6 sollte im Bereich von 100 - 260 μm liegen.

Mikroejektionspumpe

5

Bezugszeichenliste

	1	Mikroejektionspumpe
10	2	Siliziumchip
	3	Gläschip
	4	Pumpkammer
	5	Siliziummembran
	6	Plattenaktuator
15	7	Zulaufkanal
	8	Auslaßkanal
	9	Ausstoßöffnung
	10	Mikrotropfen
	11	Diffusorelement
20	12	Zulaufkanal
	13	Zulaufkanal
	14	Verjüngung in x-Richtung
	15	Verjüngung in y-Richtung
	16	Fluideinlaß
25	17	Kontakt
	18	Kontakt
	19	Temperatursensor
	20	Steuerschaltung
	21	Absaugkanal
30	22	Austrittsebene

5

Patentansprüche

1. Mikroejektionspumpe zur Generation von Mikrotropfen, bestehend aus mindestens einer in einem Siliziumchip ausgebildeten Pumpkammer, einer über der Pumpkammer angeordneten und piezoelektrisch betätigbaren Siliziummembran, wobei die Pumpkammer mit wenigstens einem Zulaufkanal und einem mit einer Ausstoßöffnung versehenen Auslaßkanal verbunden ist und bei der ein Glaschip gegenüber der Siliziummembran die Pumpkammer verschließt, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß der im Siliziumchip (2) befindliche Zulaufkanal (7) in Richtung zur Pumpkammer (4) zumindest teilweise als Diffusorelement (11) ausgebildet ist und daß der Auslaßkanal (8) in einer Austrittsebene (22) mündet.
2. Mikroejektionspumpe nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß das Diffusorelement (11) der Pumpkammer (4) unmittelbar vorgeordnet ist.
3. Mikroejektionspumpe nach Anspruch 1 bis 3, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß das Diffusorelement (11) einen konstanten Öffnungswinkel aufweist.
4. Mikroejektionspumpe nach Anspruch 1 bis 3, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß der Öffnungswinkel des Diffusorelementes (11) maximal 10 ° beträgt.
5. Mikroejektionspumpe nach Anspruch 4, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß der Öffnungswinkel bevorzugt 3 - 5 ° beträgt.

6. Mikroejektionspumpe nach Anspruch 1 bis 3, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t, daß das Diffusorelement (11)
einen sich stetig verändernden Öffnungswinkel aufweist.
- 5 7. Mikroejektionspumpe nach den Ansprüchen 1 bis 6, d a -
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Pump-
kammer (4) einen Grundriß mit geraden oder gekrümmten
Begrenzungslinien aufweist und daß das Diffusorelement
(11) in einer Eingangszone mündet und der Auslaßkanal (8)
10 gegenüberliegend angeordnet ist.
8. Mikroejektionspumpe nach den Ansprüchen 1 bis 7, d a -
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß der Auslaß-
kanal (8) als Mikrokapillare ausgebildet ist, die zwischen
15 der Pumpkammer (4) und der Ausstoßöffnung (9) mit weiteren
Zulaufkanälen verbindbar ist.
9. Mikroejektionspumpe nach den Ansprüchen 1 bis 8, g e -
k e n n z e i c h n e t d u r c h einen Verbund aus
20 einem mikromechanisch strukturierten Siliziumchip (2) und
einem Glaschip (3).
10. Mikroejektionspumpe nach Anspruch 9, d a d u r c h g e -
25 k e n n z e i c h n e t, daß der Verbund aus dem Silizium-
chip (2) und dem Glaschip (3) in Richtung zur Ausstoßöff-
nung (9) des Auslaßkanales (8) in x- und/oder y-Richtung
verjüngt ist.
- 30 11. Mikroejektionspumpe nach Anspruch 10, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t, daß die Verjüngung (14) in x-
Richtung während des Trennsägens des Siliziumchips (2)
ausgebildet worden ist.
- 35 12. Mikroejektionspumpe nach Anspruch 10, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t, daß die Verjüngung (15) in y-
Richtung während des anisotropen Strukturätzens ausge-

bildet worden ist.

- 5 13. Mikroejektionspumpe nach Anspruch 10, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t, daß die Verjüngung (14; 15)
durch einen abschließenden Schleifprozeß ausgebildet
worden ist.
- 10 14. Mikroejektionspumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 13,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß das Sili-
ziumchip (2) direkt und temperaturgeregelt beheizbar ist.
- 15 15. Mikroejektionspumpe nach Anspruch 14, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t, daß die Heizung in die Sili-
ziummembran (5) des Siliziumchips (2) integriert ist und
daß die elektrischen Kontakte (17, 18) einander seitlich
gegenüberliegend am Siliziumchip (2) angeordnet sind.
- 20 16. Mikroejektionspumpe nach Anspruch 14 und 15, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t, daß auf dem Siliziumchip (2)
ein Temperatursensor (19) mit zugehöriger Steuerschaltung
(20) angeordnet ist.
- 25 17. Mikroejektionspumpe nach den Ansprüchen 14 bis 16, d a -
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die elek-
trischen Kontakte (17, 18) und der Temperatursensor (19)
aus einer fotolithografisch strukturierten Platin- oder
Tantalschicht bestehen.
- 30 18. Mikroejektionspumpe nach den Ansprüchen 1 bis 17,
g e k e n n z e i c h n e t d u r c h eine Parallel-
anordnung von mehreren Pumpkammern (4) mit jeweils einem
Einlaßdiffusor (11) und Auslaßkanälen (8).
- 35 19. Mikroejektionspumpe nach Anspruch 18, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t, daß zwischen den Auslaßkanä-
len (8) in der Austrittsebene (22) Absaugkanäle (21) mün-
den.

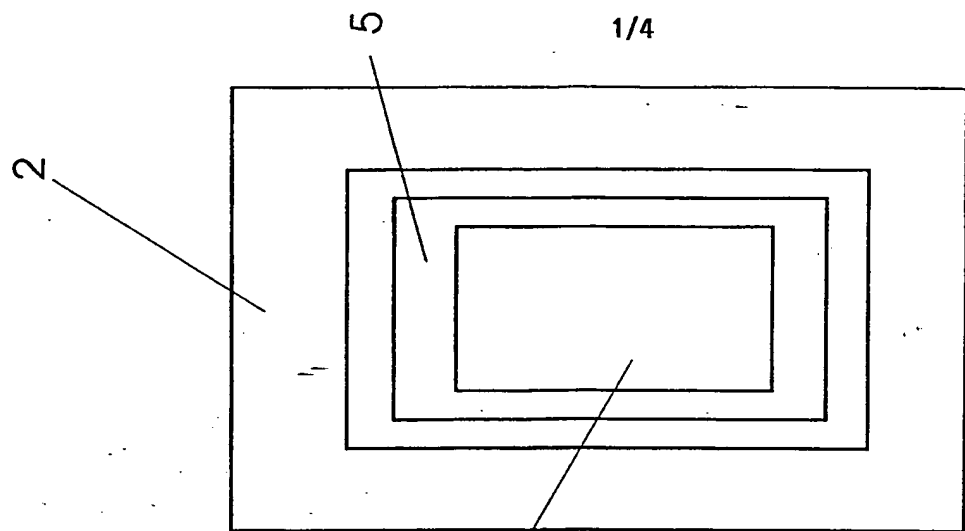


Fig. 3

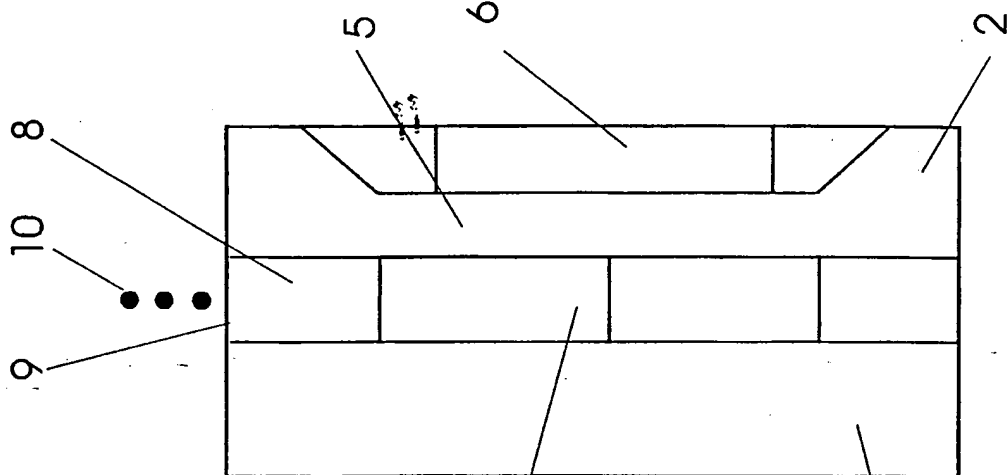


Fig. 2

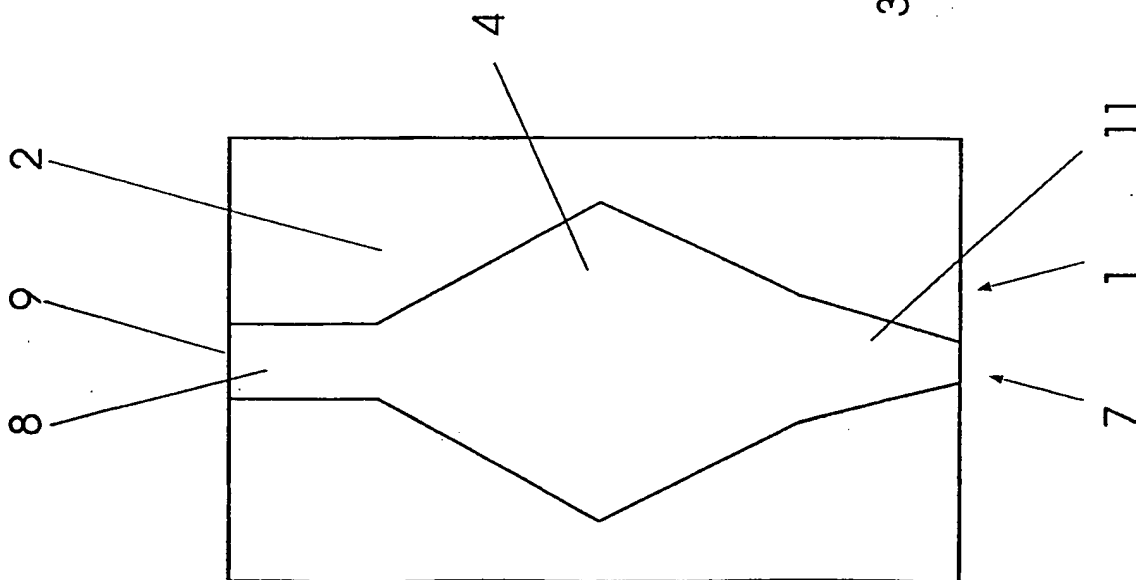
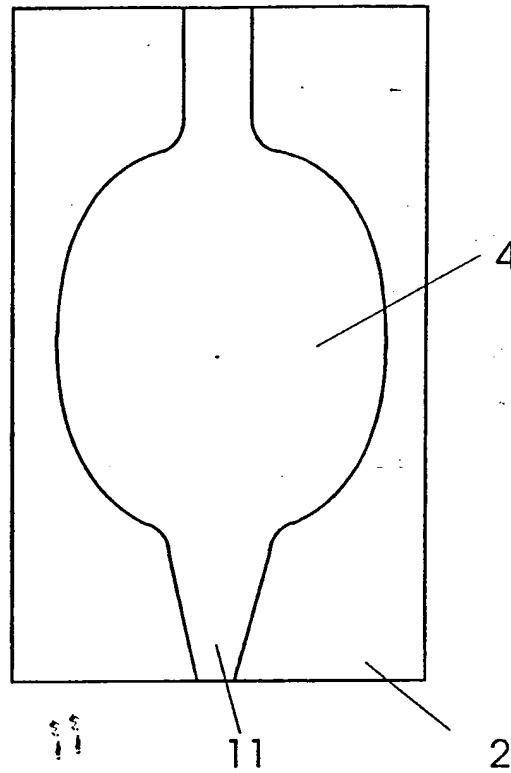
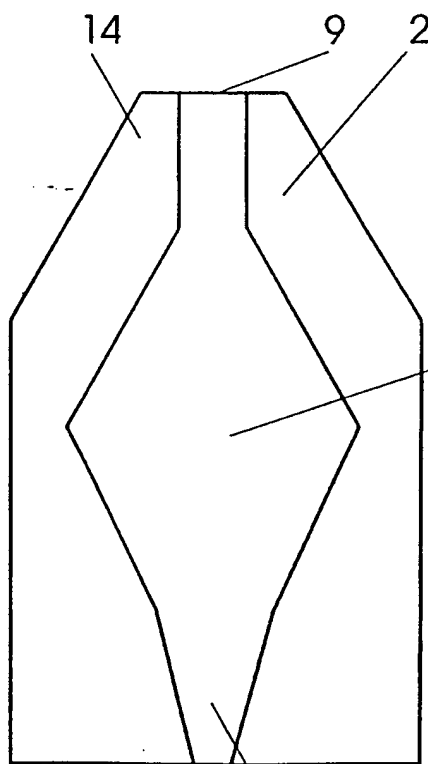


Fig. 1



2 Fig. 4



11 Fig. 6

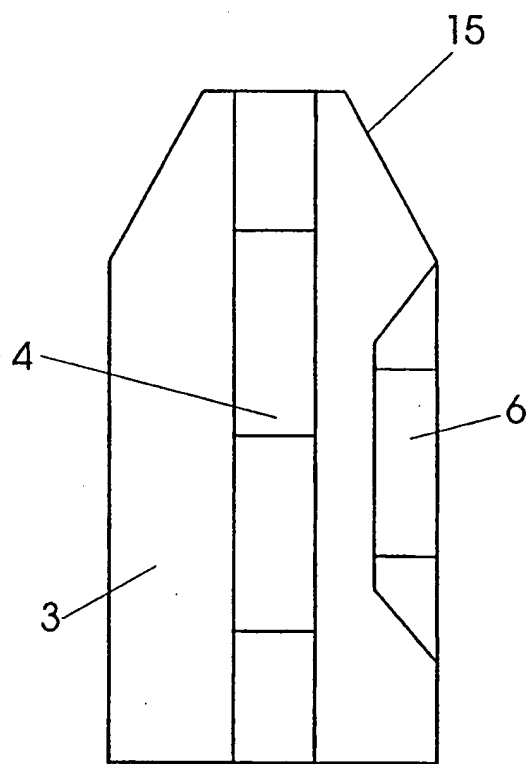


Fig. 7

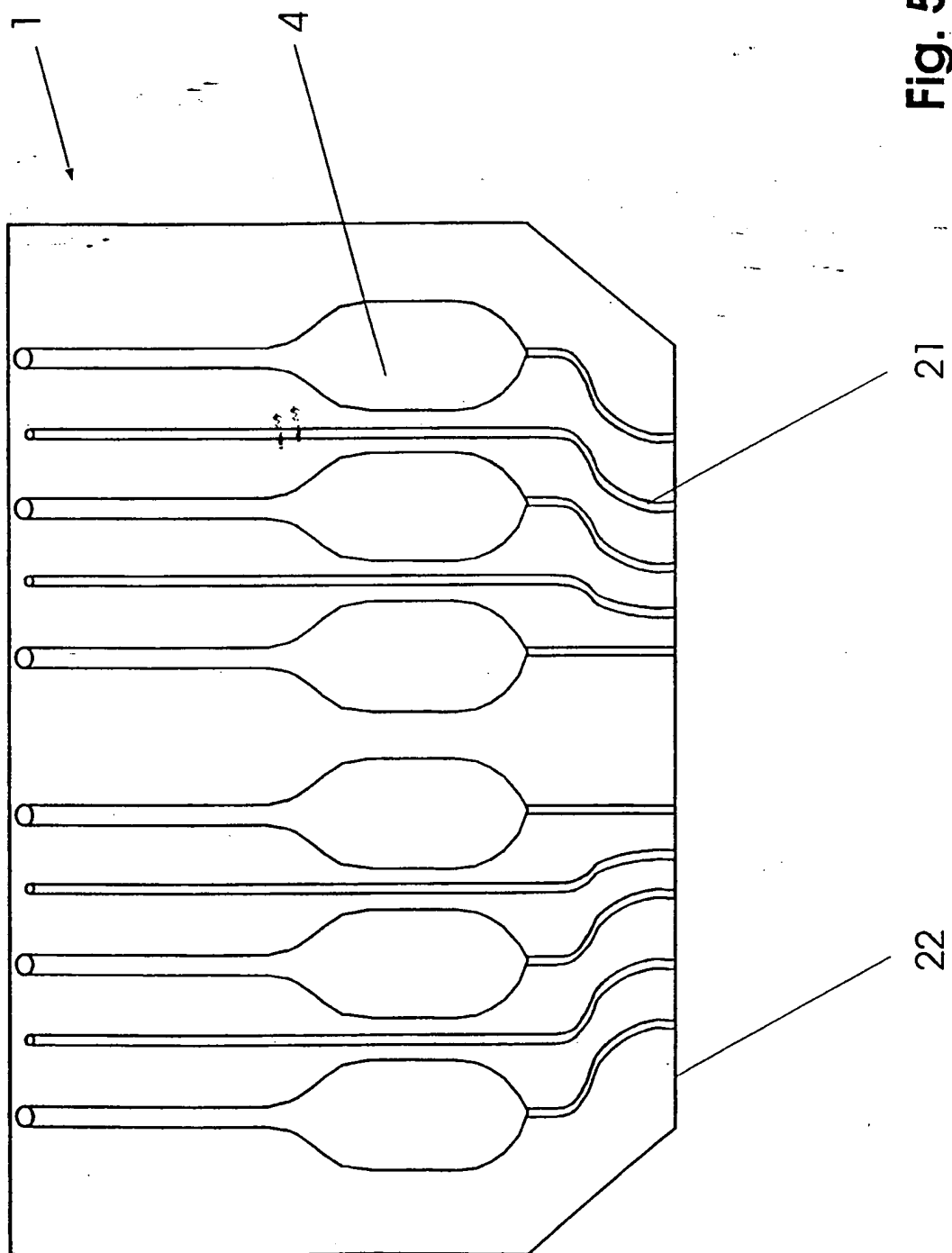


Fig. 5

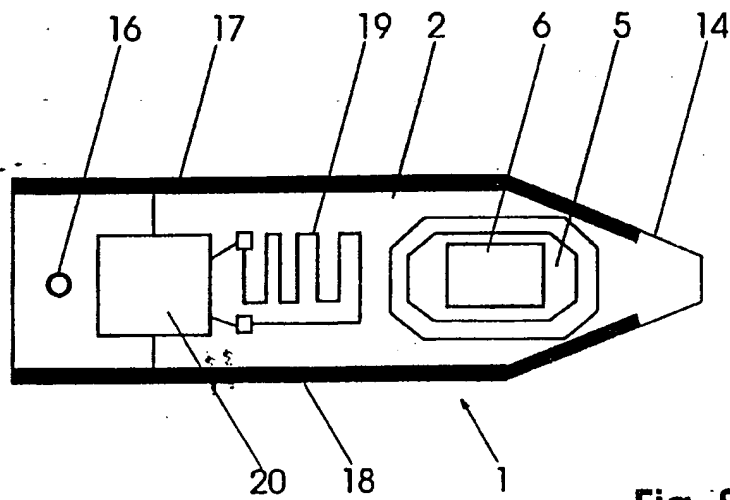


Fig. 8

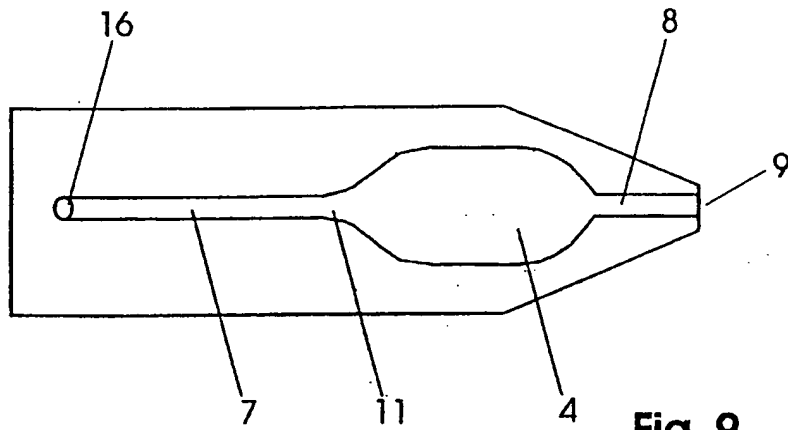


Fig. 9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.
PCT/DE 97/02874

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 F04B43/04 F04B53/08

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 F04B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 94 19609 A (STEMME ERIK ;STEMME GOERAN (SE)) 1 September 1994 see page 10, line 18 - line 29 see page 11, line 32 - page 12, line 4; figures 5,8	1-3,7,9
A	DE 44 22 743 A (GERLACH TORSTEN) 4 January 1996 see column 2, line 7 - line 43; figures -/--	1



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

17 April 1998

Date of mailing of the international search report

04/05/1998

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Ernst, R

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 97/02874

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P,A	<p>JIANG ET AL.: "Experiments and Analysis for Micro-Nozzle/Diffusor Flow and Micro Valveless Pumps"</p> <p>19 June 1997 , TRANSDUCERS '97, CHICAGO, JUNE 16 - 19, 1997, NR. CONF. 2A3.06P, PAGE(S) 369 - 372 , INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS XP002062419 --</p> <p>see figures 1,4,6</p> <p>-----</p>	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Int. .onal Application No

PCT/DE 97/02874

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9419609 A	01-09-1994	EP 0760905 A	12-03-1997
		JP 8506874 T	23-07-1996
		SE 9300604 A	24-08-1994
DE 4422743 A	04-01-1996	WO 9600849 A	11-01-1996

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 97/02874

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 6 F04B43/04 F04B53/08

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 6 F04B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 94 19609 A (STEMME ERIK ;STEMME GOERAN (SE)) 1.September 1994 siehe Seite 10, Zeile 18 - Zeile 29 siehe Seite 11, Zeile 32 - Seite 12, Zeile 4; Abbildungen 5,8	1-3,7,9
A	DE 44 22 743 A (GERLACH TORSTEN) 4.Januar 1996 siehe Spalte 2, Zeile 7 - Zeile 43; Abbildungen	1

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

17. April 1998

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

04/05/1998

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Ernst, R

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 97/02874

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
P,A	<p>JIANG ET AL.: "Experiments and Analysis for Micro-Nozzle/Diffusor Flow and Micro Valveless Pumps"</p> <p>19.Juni 1997 , TRANSDUCERS '97, CHICAGO, JUNE 16 - 19, 1997, NR. CONF. 2A3.06P, PAGE(S) 369 - 372 , INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS XP002062419</p> <p>siehe Abbildungen 1,4,6</p> <p>-----</p>	1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 97/02874

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 9419609 A	01-09-1994	EP 0760905 A	12-03-1997
		JP 8506874 T	23-07-1996
		SE 9300604 A	24-08-1994
DE 4422743 A	04-01-1996	WO 9600849 A	11-01-1996